

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät
Tuomas Juutilainen

Opinnäytetyö

Spiraalivastusten valmistukseen käytettävän langansyöttölaitteen suunnittelu

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 5/2010

Laboratorioinsinööri Seppo Mäkelä
Laatupari Oy, Esko Hiltunen

Tuomas Juutilainen	Planning a wire feeding machine used in manufactory of the spiral heat resistance
Pages	31 pages and 12 attachment pages
Graduation time	5/2010
Thesis Supervisor	Laboratory engineer Seppo Mäkelä
Co-operating Company	Laatupari Oy, Esko Hiltunen, managing director

ABSTRACT

The starting point of the thesis has been planning a new wire feeding machine, which will be used in the manufacturing of spiral resistor. The idea of the project was to engineer a new motorized and partly automatic wire feeding machine, which will replace the old mechanically operating wire feeding machine. Based on the engineering the purpose of the work was to manufacture modernized, operating machine simply and cost-effectively. The work deals with the engineering of the project and the manufacturing and installing of the equipments and parts.

The purpose of the work was to clarify what must be taken into consideration when you are engineering the construction of an equipment, which is operating by electric motor and is partly controlled by hands and partly by frequency converter. Different alternatives at different sections are compared at the work. There is explained at the work different alternatives to control the equipment and also explained alternative solutions in mechanical engineering.

Both the written material and the Internet have been used as help in the work. Because there is a self planned device in question the help of printed material and internet is used mainly in theory parts of the work. Information from websites has been handled critically and checked from other reliable sources. The information acquired from the Internet is information acquired from the sites of the manufacturers mainly of different components and of the brochures which can be considered as a reliable information source.

As a result there is a construction plan of mechanical parts and a plan of placement and operating of transmission system. The results have been obtained in certain limit values with particular calculations and with the help of 3D modeling in which case they can be considered reliable enough and exact. Manufacturing of the wire feeding machine will be carried out with the assistance of partners in cooperation.

The results can be utilized when the manufacturing of the wire feeding machine will be started. The results received can be used as they are or they can be edited when the new insights or, if necessary, the goals appear.

Keywords: Spiral heat resistance, wire feeding machine, worm gear, frequency converter, electric motor

Alkusanat

Tämä työ sai alkunsa Laaturari Oy:n tarpeesta tehostaa ja helpottaa tuotantoprosessin yhtä osa-aluetta. Tämän osa-alueen kehittämistyön tarkoituksena oli suunnitella ja kehittää vanhan langansyöttölaitteen tilalle uusi koneellisesti toimiva langansyöttölaite. Projekti tehtiin pääasiallisesti yksin, mutta läheisessä yhteistyössä työn teettäjän, Laaturari Oy:n kanssa.

Kiitän Laaturari Oy:n panosta projektin toteuttamisessa ja mukana olleita opettajia, sekä laite-edustajia, joilta saatiin ammattilaisten apua muun muassa laitteiden valinnoissa ja vaihtoehtojen ratkaisujen löytymisessä. Yhteistyömme toimi mielestäni mainiosti etenkin Laaturari Oy:n toimitusjohtajan, Esko Hiltusen kanssa, jonka rakentavan palautteen ansiosta saatiin karsittua suurimmat virheet jo suunnitteluvaiheessa, ja laitteesta saatiin koulittua kompakti paketti pienten, mutta tarpeellisten lisäysten ansiosta. Tietoa ja apua oli tarvittaessa saatavilla sekä koulun puolesta että laitetoimittajien ja yritysten teknisten asiantuntijoiden kautta. Olen kiitollinen myös siitä, että suunnittelutyöni otettiin vakavasti, ja toivonkin suunnitellusta laitteesta olevan suurta apua spiraalivastusten valmistuksessa.

Projekti oli Laaturari Oy:llä tiedossa, mutta työkiireiden vuoksi siellä ei ehditty sitä itse tehdä. Niinpä sain aiheen marraskuussa, ja kovan uurastuksen jälkeen ja hyvän kannustuksen ja avun saattamina sain tehtyä mielestäni onnistuneen opinnäytetyön kunnialla loppuun.

Tampereella 14. huhtikuuta 2010

Tuomas Juutilainen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo	
Lyhenneluettelo	
1 Johdanto	7
2 Spiraalivastuksen tekeminen	9
3 Suunnittelun lähtökohta	11
4 Suunnittelun eteneminen	11
4.1 Mekaaninen suunnittelu	12
4.1.1 Jalusta	12
4.1.2 Akselipaketti	15
4.2 Laitekohtainen suunnittelu ja laitevaatimukset	17
4.3 Suunnitteluun liittyvät laskutoimitukset	18
4.4 Laitteistovaihtoehdot	19
4.4.1 Vaihtoehto 1	19
4.4.2 Vaihtoehto 2	20
4.4.3 Vaihtoehto 3	21
5 Laitteet	22
5.1 Taajuusmuuttaja	22
5.2 Kierukkavaihde	24
5.3 Sähkömoottori	24
5.4 Anturi	26
6 Laitteiston kokoonpano	26
7 Yhteenveto	29
Lähteet	30

Lyhenneluettelo

RPM	=	revolution per minute, kierrosta minuutissa
R	=	radius, säde
W	=	Watt, watti, tehon yksikkö
P	=	power, teho
ω	=	kulmataajuus
M	=	vääntömomentti, Nm
N	=	Newton, voiman yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

1 Johdanto

Laatupari Oy on vuonna 1988 perustettu metallialan yritys. Tampereen Ruskossa sijaitseva Laatupari Oy valmistaa lasiteollisuuteen liittyviä tuotteita. Näitä tuotteita ovat erikokoiset spiraalivastukset, lasinnostimet ja lasinkuljetuspukit. Lisäksi tuotantoon kuuluu metalliosien valmistus ja kokoonpano. Laatupari Oy myös huoltaa ja korjaa vastuselementtejä.

Spiraalivastukset ovat kuumentamiseen tarkoitettuja lämpövastuksia, joita käytetään sekä metalliteollisuudessa että lasiteollisuudessa. Molemmissa teollisuuden sovellutuksessa spiraalivastuksia käytetään karkaisu-uuneissa, minkä lisäksi lasiteollisuudessa spiraalivastuksia käytetään myös laminointiuuneissa, laminoitua lasia valmistettaessa. Laatupari Oy:ssä käytettävän vastuslangan paksuus vaihtelee 1,5 mm:stä 3,0 mm:iin. Vastuslanka on raudan (Fe), kromin (Cr), mangaanin (Mn), hiilen (C), piin (Si) ja alumiinin (Al) seos. Siitä on noin 6 prosenttia alumiinia, mikä pitää materiaalin muokattavana ja taipuisana. Ainekoostumuksien esimerkkinä Kanthalin sertifikaatti 1,5 mm langalle; C 0,024 %, Si 0,27 %, Mn 0,15 %, Cr 21,5 %, Al 5,6 %, Fe Balance %.

Aikaisemmin spiraalivastusten tekovaiheessa on käytetty manuaalisesti toimivaa langansyöttölaitetta, jonka tilalle tässä työssä oli tarkoitus suunnitella ja kehittää uusi, motorisoitu ja osittain automaattinen ratkaisu. Vanha langansyöttöjärjestelmä on käsikäyttöinen ja näin ollen vaatii työntekijän käyttämään syöttöjärjestelmää ja ohjaamaan langan kulkua samanaikaisesti. Uudessa ratkaisussa työntekijä pystyisi käyttöpaneelistä ohjaamaan taajuusmuuttajaa, joka puolestaan ohjaa sähkömoottoria, ja kontrolloimaan langansyöttöä yhdestä pisteestä käsin. Tämä ratkaisu ei vaatisi työntekijältä jatkuvaa siirtymistä syöttölaitteelta sorville eikä käsikäyttöistä langansyöttölaitteen pyörittämistä, ja näin työskentely olisi ergonomisempaa, nopeampaa ja turvallisempaa.

Suunniteltavaa langansyöttölaitetta ei ole tarkoitus tehdä sarjatuotannossa, joten laitetta suunniteltaessa täytyisi ottaa huomioon laitteen valmistuskustannukset, joiden tulisi olla kohtuulliset. Laitteen käyttökerroin on melko pieni, mikä tarkoittaa, että sitä ei käytetä jatkuvasti. Tämä puolestaan tarkoittaa, ettei sen tarvitse kestää jatkuvaa kulutusta.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Tässä työssä kerrotaan eri ratkaisuvaihtoehdoista sekä työn etenemisvaiheista ja siitä, miten ja miksi lopulliseen ratkaisuun päädyttiin. Työn 3D-mallit, mittakuvat sekä koonpanopiirustukset on tehty Vertex 4G-ohjelmalla.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

2 Spiraalivastuksen tekeminen

Spiraalivastuksien vastuslangan spiraalimuoto tehdään samaan tapaan kuin esimerkiksi tavallisen jousen muoto. Teräslankaa syötetään sorviin kiinnitetyn terästangon ympärille. Sorvin alkaessa pyöriä teräslanka alkaa kietoutua sorvissa pyörivän tangon ympärille, ja näin syntyy spiraalivastuksen vieterimäinen muoto.



Kuvio 1: Kolmesta osasta koottu spiraalivastus valmiina kokoonpanoon

Kun vastuslanka on saanut spiraalimaisen muodon, spiraaleja yhdistetään toisiinsa, jotta vastuksesta saadaan tarpeeksi pitkä. Kun vastuksen tarvittava mitta on saavutettu, sen päihin liitetään hitsaamalla teräslangasta tai -tangosta johtimet.



Kuvio 2: Valmis spiraalivastus lautaan koottuna (Laatupari, 2009)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Kunnes spiraalivastus on kuvan 1. mukainen, spiraalin sisälle asennetaan eristetankoja ja tämän jälkeen se voidaan koota runkoon kiinni (kuva 2). Rungot vaihtelevat asiakkaan tarpeitten mukaan. Spiraalivastuksia voidaan koota lautaan (kuva 2.) tai muihin erilaisiin rakenteisiin, kuten esimerkiksi metallisiin telineisiin. Eristetangot ovat materiaaliltaan herliittiä, joka on keraamista eristemateriaalia. Sen tehtävänä on toimia eristeenä ja pitää spiraalivastuslangan muoto muuttumattomana.



Kuvio 3: Vastuslankaa syötetään lattialla olevalta kerältä sorvissa pyörivälle tangolle

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

3 Suunnittelun lähtökohta

Suunnittelun lähtökohtana oli suunnitella ja kehittää uusi, motorisoitu sekä ainakin osittain automaattinen teräslangan syöttölaite vanhan tilalle. Vanha langansyöttölaite oli mekaanisesti toimiva, jalalla pyöritettävä levy, jonka päällä vastuslankavyyhti pyöri, ja näin ”syötti” lankaa sorville. Vanha langansyöttölaite oli epäergonominen ja vaati työntekijältä samanaikaisesti syöttölaitteen pyörittämistä jalalla potkien ja langan ohjausta käsin, ohjaten sitä sorville ja tarkkaillen sorvin pyörimistä sekä syöttölaitteen pyörimistä (Kuvio 3.). Uudessa langansyöttölaitteessa myös työturvallisuustekijät pystytään ottamaan entistä paremmin huomioon.



Kuvio 4: Alkuperäinen langansyöttölaite

4 Suunnittelun eteneminen

Langansyöttölaitteen suunnittelu aloitettiin marraskuussa 2009, kun ensimmäinen vierailuni Laatupari Oy:hyn tapahtui. Aluksi tutkittiin suunniteltavaa laitetta, sen senhetkisestä näkökulmasta, minkä jälkeen alettiin suunnitella uutta laitetta ja sen vaatimuksia. Ensimmäisellä kerralla saatiin jo käsitys tulevasta laitteesta ja sen vaatimuksista. Tällä kyseisellä kerralla vanha langansyöttölaite ei ollut käytössä, koska sorvilla oli muita tehtäviä kesken, joten sovittiin uusi tapaaminen, kun vanha langansyöttölaite on paikallaan, kytkettynä sorviin ja toiminnassa. Kun syöttölaitteen toimintaperiaate oli nähty, pystyttiin aloittamaan mekaaninen sekä laitekohtainen suunnittelu. Mekaaninen suunnittelu pystyttiin tekemään ilman ulkopuolista apua sekä neuvonantoa, mutta laitekohtai-

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Modernit tuotantojärjestelmät

sessä suunnittelussa oltiin yhteydessä eri laitevalmistajiin ja niiden myyntihenkilöihin. Tapaamisia sovittiin pitkin talvea; niissä käytiin läpi suunniteltuja ratkaisuja ja ehdotuksia eri asioiden toteuttamiseksi. Talven aikana oli yhteensä seitsemän tapaamista, joista joka keralla saatiin asiaa hiukan eteenpäin ja suuremmat virheet korjattua. Lopulliset levyosien kuvat ja koneistettavien osien kuvat sekä kokoonpanokuvat toimitettiin Laatupari Oy:lle helmikuun loppupuolella, jolloin kokoonpanon suorittaminen ja päätös suunnitelman toteuttamisesta jäivät heidän käsiinsä. Kokoonpano oli tarkoitus suorittaa Laatupari Oy:n tiloissa, heidän työvoimansa ja koneidensa avulla sekä lisäksi ammattikoulun opiskelijoiden työharjoituksena. Sähköistystä ei ole työssä käsitelty, koska se ei vaadi erillistä suunnittelua, ja laitteet sisältävät jo valmiiksi johtimet, liittimet ja sulakkeet. Lisäksi kytkentäkaaviot ovat mukana laitetoimittajien ohjeissa. Kokoonpano vaatii ainoastaan laitteiden toisiinsa kytkennän.

4.1 Mekaaninen suunnittelu

Suunnittelu täytyi aloittaa laitteen mekaanisten osien suunnittelusta. Vanhan ja toimivan idean pohjalta päätettiin pitää langansyöttölaitteen toimintaperiaate ja ajatus samana, mutta modernimpana ja koneellistettuna. Tarkoituksena oli myös tehdä osista irrotettavia, joten kappaleista mahdollisimman moni liitettäisiin toisiinsa ruuviliitoksien.

Suunnittelu aloitettiin levyosista ja toiminnallisten ratkaisujen selvittämisestä. Levyosien suunnitteluvaiheessa päädyttiin yksinkertaisiin muotoihin ja edullisiin ratkaisuihin.

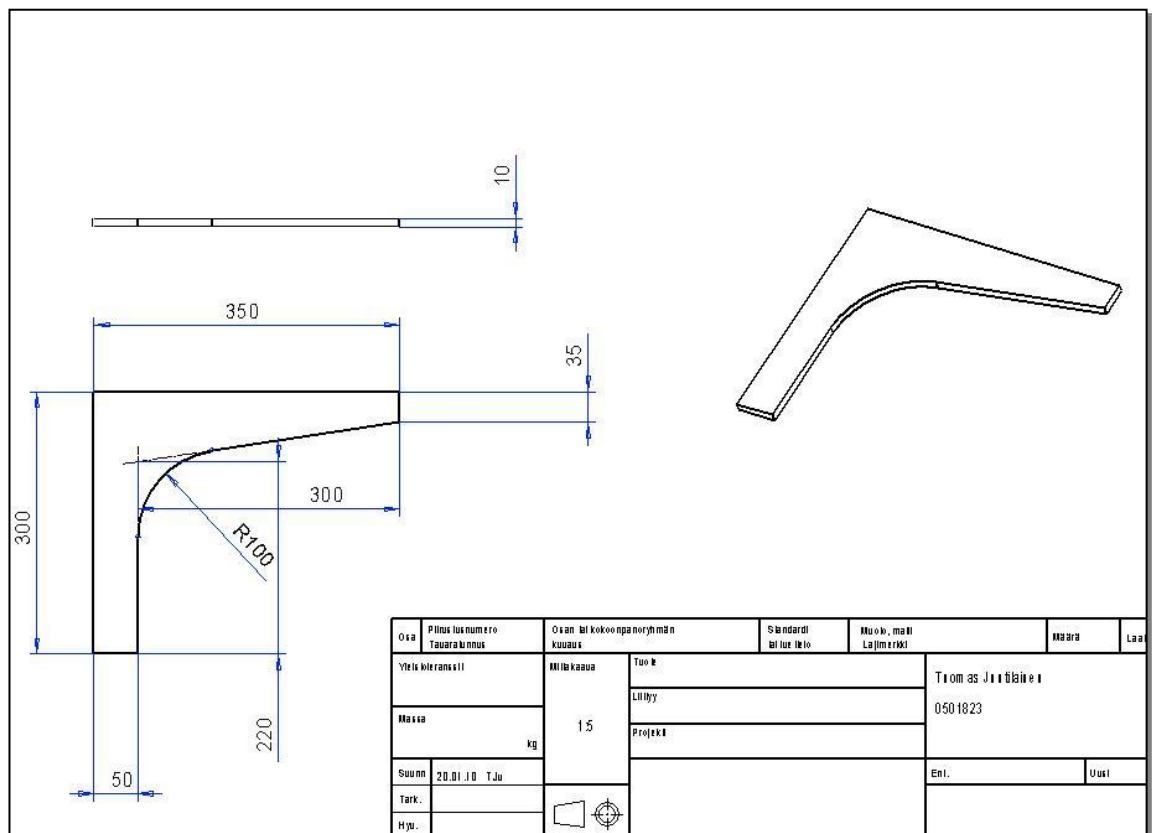
4.1.1 Jalusta

Aluksi suunniteltiin jalusta, jonka sisään ruvettaisiin suunnittelemaan laakerointia ja langansyöttöä. Jalusta koostuu yksinkertaisesti neljästä jalasta ja jalustan kannesta. Jalat liitetään jalustaan hitsausliitoksilla. Myös kiekkoon, jonka päällä teräslankakerä pyörii, hitsataan reunaraudat, jotta lankakerä ei pääse purkaantumaan kiekon reunojen yli. Kokoonpanossa muita osia ei liitetä toisiinsa hitsausliitoksilla, vaan ne tulevat toisiinsa kiinni ruuvi- ja kiilaliitoksien.

Jalan suunnittelussa täytyi ottaa huomioon jalan ja kannen kiinnityspinta-ala. Jalustaa tullaan kuormittamaan yli sadan kilon edestä, joten jalkojen tulee olla tukevasti kiinnitettyinä jalustan kanteen. Jalkojen muotoa suunniteltaessa otettiin huomioon myös se,

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

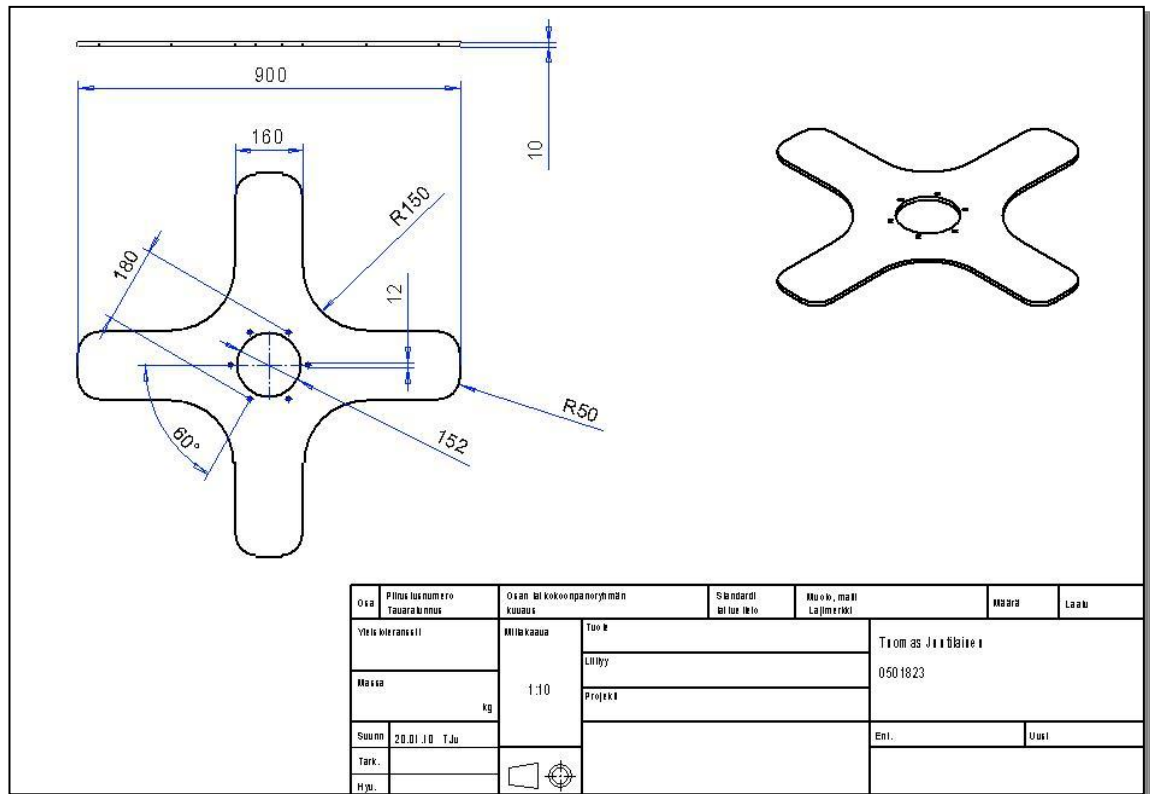
että kierukkavaihte ja sähkömoottori tulotisiin kiinnittämään osittain jalkoihin ja osittain jalustan kanteen omista kiinnityskohdistaan sekä erillisten kiinnitysrautojen avulla. Myös taajuusmuuttajan sijoittamista ajatellen tehtiin jalkoihin sen verran pinta-alaa, että tarvittaessa taajuusmuuttaja voitaisiin kiinnittää jalustaan, joko pelkästään jalkoihin tai kanteen ja jalkoihin, molempia hyväksikäyttäen. Jalkojen alapuolien kulmiin tehtiin R100 pyöristykset, jalan kantavuuden ja lujuuden lisäämiseksi.



Kuvio 5: Mitoituskuva jalustan jalasta

Jalustan kantta suunniteltaessa kansilevyn muoto haluttiin ristinmuotoiseksi, painon minimoimiseksi. Kannen suuremmat pyöristykset (R150) on tehty kierukka-vaihteen ja sähkömoottorin kiinnittämisen vuoksi, ja pienemmät pyöristykset (R50) on tehty terävien kulmien välttämiseksi, työntekijän työturvallisuuden parantamiseksi.

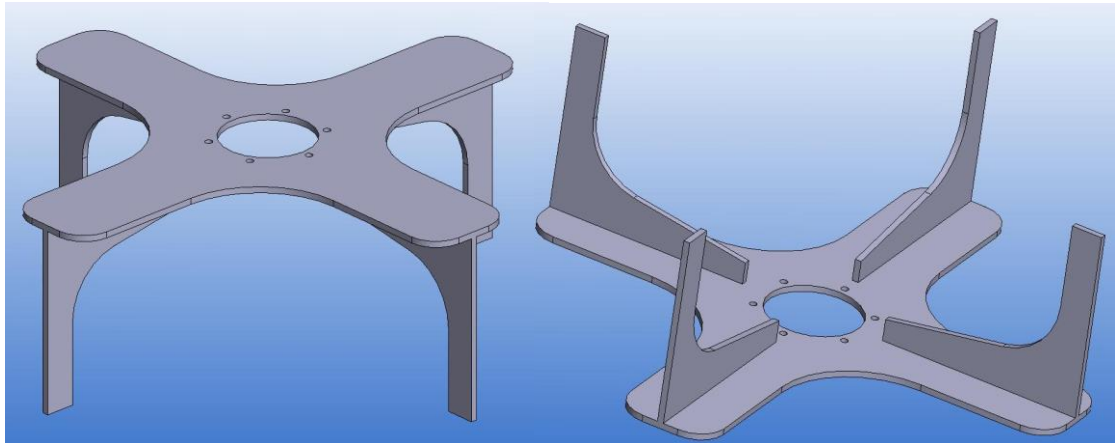
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät



Kuvio 6: Mitoituskuva jalustan kannesta

Jalustan kannen keskireikä on akselipakettia varten ja ympärillä olevat kuusi 12 mm reikää ovat laakeripesän kiinnitystä varten. Laakeripesä ja näin ollen koko akselipaketti tulevat jalustan kanteen kiinni kuudella M10x45 kuusiokoloruuveilla. Mitoituskuvan perusteella sekä Vertex G4 - 3D mallinnusohjelmasta saatavien dxf -tiedostojen avulla teetettiin jalustan osat; neljä kappaletta jalkoja ja jalustan kansilevy ammattikoulussa oppilasharjoitustyönä. Dxf -tiedostojen avulla saatiin syötettyä työstöradat ammattikoululla olevaan plasmaleikkauskoneeseen. Näin minimoitiin paperikuvista aiheutuvat kuvavirheet ja polttoleikatut osat olivat kuvanmukaisia. Jalustan jalkojen ja kannen liittäminen hitsaamalla toisiinsa puolestaan suunniteltiin toteutettavaksi LaatuPari Oy:n omissa tiloissa omin resurssein, kuten muutkin hitsaustyöt.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät



Kuvio 7: Jalusta kokoonpantuna

4.1.2 Akselipaketti

Langansyöttölaite koostuu kolmesta suuremmasta kokonaisuudesta; nämä ovat jalusta, akselipaketti sekä mekaaniset laitteet. Jalustan suunnittelun jälkeen aloitettiin laakeroinnin suunnittelu. Laakeroinnin tuli olla pienehkö, kompakti paketti, mutta kuitenkin laakerin tuli kestää noin sadan kilon pystysuuntainen kuormitus. Akselipaketin suunnittelu aloitettiin akselin piirtämisellä. Akselia mitoittaessa täytyi ottaa huomioon langansyöttölaitteeseen tulevan kierukkavaihteen ulostulo ja aloittaa mitoittaminen siitä. Akselin ohuempi pää määräytyi kierukkavaihteesta, ja keskivaihe määräytyi laakerin sisämitasta. Laakeri valittiin SKF:n laakerikirjasta. Kirjan taulukkoarvoista valitsemalla päädyttiin laakerivalinnassa pallomaiseen rullalaakeriin, 22212 E.

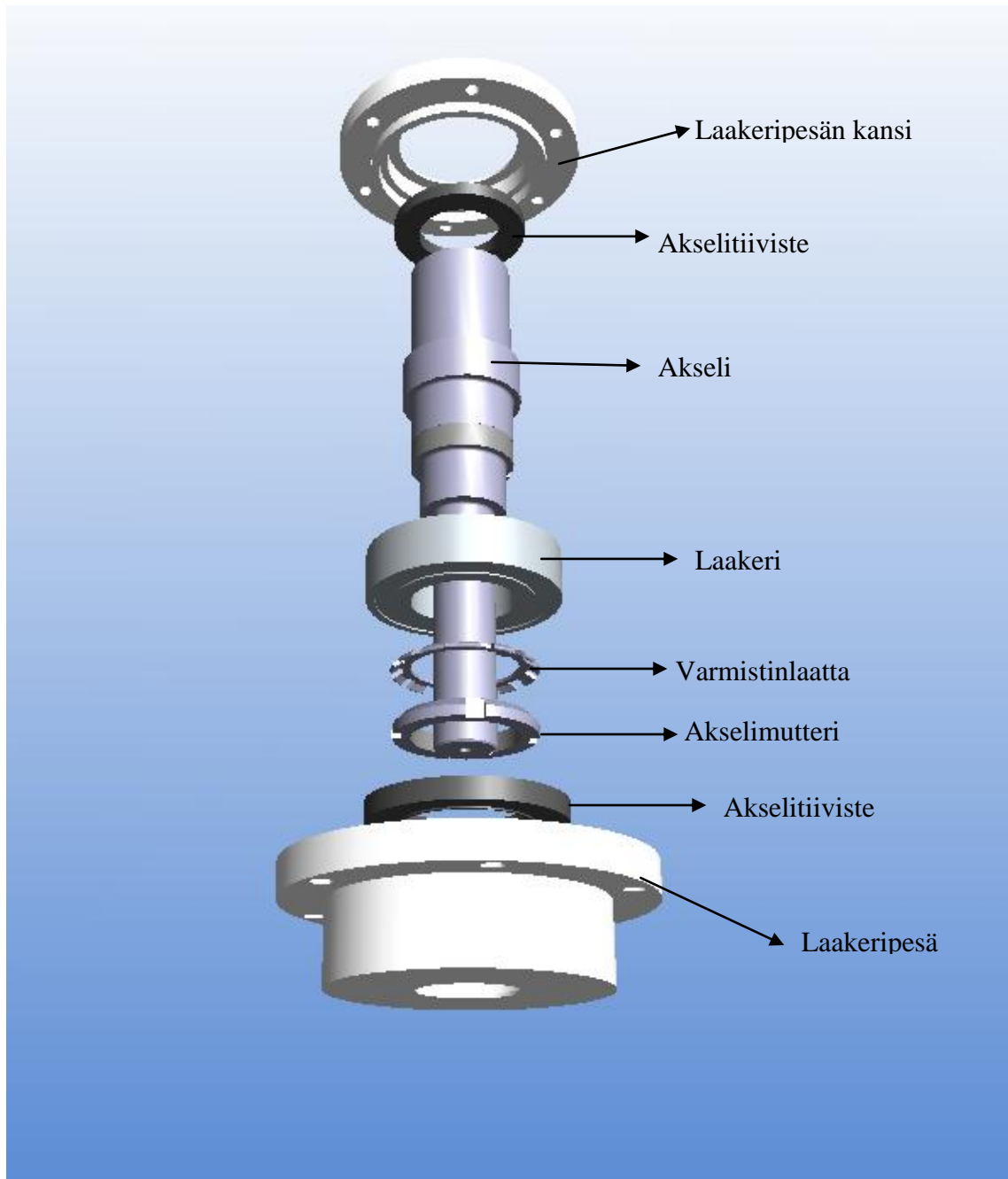
Taulukko 1: Laakerin 22212 E taulukkoarvot (SKF, 1991)

$d_{\text{(sisäkäsi)}}_{\text{(sisäkäsi)}}$	$D_{\text{(ulko)}}_{\text{(ulko)}}$	$B_{\text{(korkeus)}}$	Dyn. kanta- vuusluku C	Staatt. kanta- vuusluku C_0	Pyörimisnopeusrajat (voitelu rasva, öljy)	Massa
mm	mm	mm	N	N	r/min	kg
60	110	28	140 000	173 000	4300, 5300	1,15

Laakerin valinnan jälkeen pystyttiin aloittamaan laakeripesän suunnittelu. Laakeripesän suunnittelussa tuli ottaa huomioon laakerin lisäksi akselimutterin ja akselitiivisteiden mahtuminen laakeripesän sisään. Laakeripesään täytyi suunnitella myös olake, josta se tultaisiin kiinnittämään jalusta kiinni. Olakkeen täytyi olla tarpeeksi vahva, jotta koko akselipaketti kestäisi sen ansiosta jalustassa paikallaan. Laakeripesän kylkeen tuli myös M6 -reikä rasvanippaa varten. Reikä jouduttiin sijoittamaan tilanpuutteen vuoksi laake-

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

rin alapuolelle, mutta laakeripesän voitelu onnistuu tästä huolimatta. Akselipaketin viimeinen osa oli laakeripesän kansi, joka sulkee laakeripesän akselipaketiksi. Laakeripesän kanteen tulee myös akselitiiviste, joka piti ottaa huomioon kantta mitoittaessa. Laakeripesän kannen tärkeä tehtävä on myös pitää laakeri paikallaan, ettei se pääse liikkumaan ylöspäin y-suunnassa. Tätä varten laakeripesän kanteen suunniteltiin ulkoneva olake, joka painaa laakerin ulkoreunaa alaspäin. Akselimutteri puolestaan pitää huolen, että laakeri ei pääse liikkumaan alaspäin. Näin akselipaketti oli suunniteltu, ja laakeripesä kiinnitetään jalustaan kuudella M10X45 -kuusiokoloruuvilla.



Kuvio 8: Akselipaketin räjäytyskuva

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Modernit tuotantojärjestelmät

Akselipaketin osista osa tehdään itse, osa teetetään ja loput osat ostetaan. Hankintaosia ovat laakeri, akselitiivisteet, akselimutteri sekä varmistinlaatta. Muut osat, akseli, laakeripesä sekä kansi, tehdään koneistamalla joko Laatuparin omissa tiloissa omilla koneilla, tai ne teetetään jollain alihankkijalla.

4.2 Laitekohtainen suunnittelu ja laitevaatimukset

Lähtökohtana oli, että suunniteltavan langansyöttölaitteen tuli olla moottorikäyttöinen ja käsin säädettävä. Vaatimuksina laitteelle oli, että moottoria pystytään ajamaan molempiin suuntiin, eteen ja taakse, lisäksi kierrosalueen oli pysyttävä melko matalana. Spiraalivastuksia tehtäessä sorvin maksimikierrokset ovat noin 500 kierrosta minuutissa, joten oli laskettava, millaisilla kierroksilla langansyöttölaitteen tulisi pyörittää lankakerää. Laskutoimitusten (sivut 17-18) jälkeen päädyttiin lankakerän maksimi-kierroksissa noin 25 kierrokseen minuutissa. Myös lankakerän ja sen alustan pyörittämiseen tarvittava pyöritysteho täytyi selvittää laskemalla. Maksimi-pyörimistehon laskennalliseksi arvoksi saatiinkin 1,22 kW, joka oli pohjana vaihteen valinnalle. Kaikkien laskutoimitusten jälkeen pystyttiin mitoittamaan sähkömoottori ja vaihteisto kierrosalueiltaan, vääntömomenteiltaan ja tehokkuuksiltaan sopiviksi.

Aluksi suunnitteilla oli hihnavetoinen laite, mutta järkevämmäksi ratkaisuksi osoittautui kierukkavaihteen sijoittaminen suoraan pyörintäakseliin kiilaliitoksen avulla. Näin saatiin säästettyä tilaa, ja voima saatiin siirrettyä vaihteen avulla moottorilta suoraan akselille.

Moottorin eteenpäin ja taaksepäin ajaminen, nopeuden portaaton muuttaminen sekä ramppien tekeminen alkuun ja loppuun vaatii taajuusmuuttajan ohjaamaan moottoria. Moottorilta tulevan kierrosluvun 1500 rpm muuttamiseksi teräslankavyyhdin pyörimisalustalle sopivaksi, noin 25 rpm, tarvittiin vaihde. Sopivimmaksi vaihteeksi osoittautui kierukkavaihde, joka oli kooltaan ja ominaisuuksiltaan sopivin ratkaisu tähän laitteeseen.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

4.3 Suunnitteluun liittyvät laskutoimitukset

Spiraalivastuksien tekovaiheessa käytetään kolmea erikokoista terästankoa, jonka ympärille teräslankaa pyöritetään sorvin avulla. Terästankojen halkaisijat ovat seuraavat:

$$\varnothing_1 = 18 \text{ mm}$$

$$\varnothing_2 = 19 \text{ mm}$$

$$\varnothing_3 = 31 \text{ mm}$$

Sorvin maksimikierrokset vastuslankaa kierrettäessä terästangon ympärille:

$$n_{\max} = 500 \text{ rpm}$$

Teräslankavyyhden halkaisija:

$$\varnothing_{\text{Lankavyyhti}} = 650 \text{ mm}$$

Pyörimisteho:

$$P = M\omega, \text{ jossa } M = \text{momentti } [M] = \text{Nm ja } \omega = \text{kulmanopeus}, [\omega] = \left(\frac{1}{s}\right) \left(= \frac{\text{rad}}{s}\right)$$

Kulmanopeus:

$$\omega = 2\pi n, \text{ jossa } n = \text{kierrostaajuus eli pyörimisnopeus}, [n] = \frac{1}{s} \left(= \frac{r}{s} = \frac{\text{kierr}}{s}\right)$$

Välityssuhteet (sorvi-langansyöttölauteen)

$$\text{Välityssuhde}_1 = \frac{18\text{mm}}{650\text{mm}} * 500\text{rpm} = 13,85\text{rpm}$$

$$\text{Välityssuhde}_2 = \frac{19\text{mm}}{650\text{mm}} * 500\text{rpm} = 14,61\text{rpm}$$

$$\text{Välityssuhde}_3 = \frac{31\text{mm}}{650\text{mm}} * 500\text{rpm} = 23,85\text{rpm}$$

Langansyöttölauteelle kohdistuvan pystysuoran voiman on arvioitu olevan noin 1500

N, josta on laskettu keskiakselille kohdistuva vääntömomentti:

$$1500\text{N} * 0,325\text{m} = 487,5\text{Nm}$$

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Modernit tuotantojärjestelmät

Kulmanopeudet eri akselipaksuuksille:

$$\omega_1 = \frac{13,85rpm \cdot 2\pi}{60s} = 1,45 \text{ 1/s}$$

$$\omega_2 = \frac{14,61rpm \cdot 2\pi}{60s} = 1,53 \text{ 1/s}$$

$$\omega_3 = \frac{23,85rpm \cdot 2\pi}{60s} = 2,50 \text{ 1/s}$$

Pyörimistehot eri akselipaksuuksille:

$$P_1 = 487,5Nm \cdot 1,45 \frac{1}{s} = 707W$$

$$P_2 = 487,5Nm \cdot 1,53 \frac{1}{s} = 745,8W$$

$$P_3 = 487,5Nm \cdot 2,50 \frac{1}{s} = 1,22kW$$

4.4 Laitteistovaihtoehdot

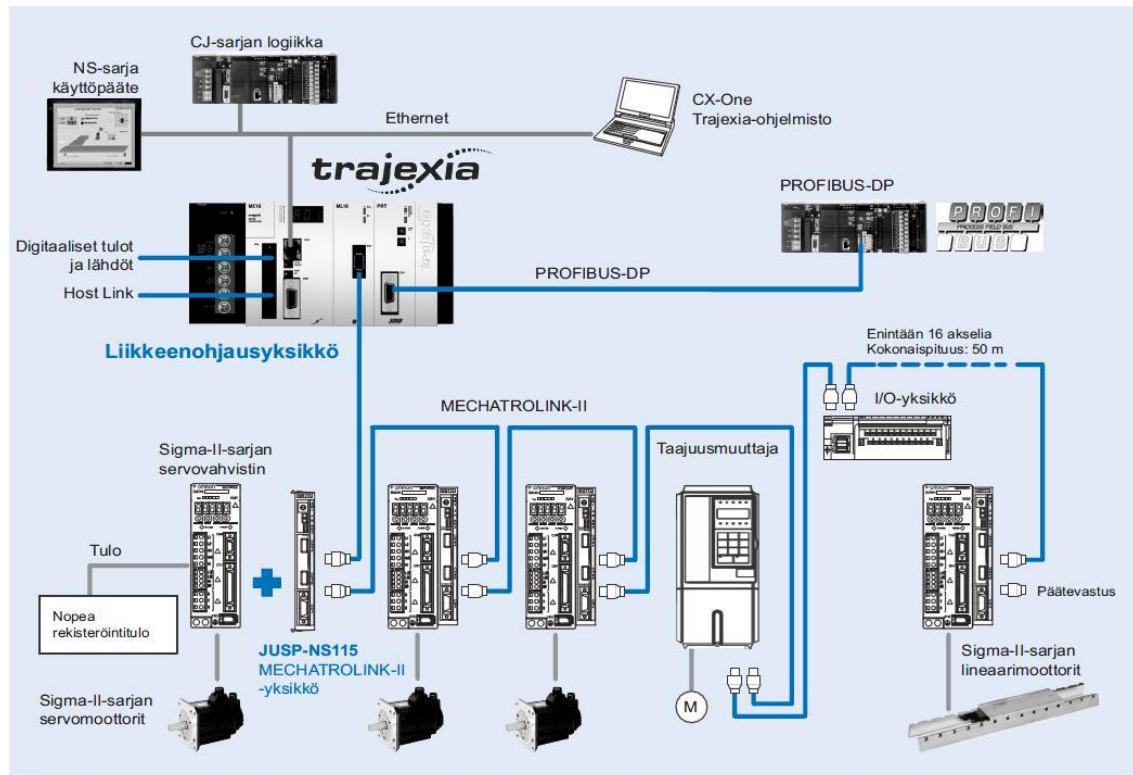
Kun työn suunnittelu aloitettiin, laitteistovaihtoehtoja oli useampia. Näistä kartoitettiin tarpeisiin ja budjettiin sopivin ja järkevin vaihtoehto, joka tulisi palvelemaan työn teettäjää kustannustehokkaasti ja parhaiten vastaamaan tarpeita. Vaihtoehtoja oli aluksi useita, joista jotkut olivat melko monimutkaisia ja laajojakin ratkaisuja ja näin ollen myös kalliita.

4.4.1 Vaihtoehto 1

Kallein ja laajin sovellus olisi ollut täysin automaattinen ja tietokoneella ohjattu. Myös etäkäyttö olisi tässä vaihtoehdossa ollut mahdollista. Spiraalivastusten tekoon käytettävään sorviin olisi jouduttu myös vaihtamaan ja lisäämään joitain komponentteja. Kaiken lisäksi Laatupari Oy:ssä oleva sorvi on melko vanha, eikä katsottu perustelluksi ruveta modifioimaan sitä sen takia, että saataisiin FMS-järjestelmää vastaava systeemi yritykseen; laitteelle olisi kertynyt aivan liian vähän käyttötunteja, jotta se olisi ollut kannattavaa. Kuitenkin tämän ratkaisun toteuttamiseen olisi tarvittu esimerkiksi Trajexia- koneohjain, joka sisältää mm. virtalähteen, liikkeenohjausyksikön sekä master- yksikön. Tämä vaihtoehto ei sovellu kovinkaan hyvin tähän tarkoitukseen. Trajexia- koneohjain on suunniteltu paljon laajemmille kokonaisuuksille kuin vain yhdelle sähkömoottorista, taajuusmuuttajasta ja karkisorvista koostuvalle kokonaisuudelle. Spiraalivastusten tuotantovolyymi ei ole sillä tasolla, että tämä

järjestelmä olisi taloudellisesti kannattava tai järkevä hankinta. Kuviossa 9. nähdään esimerkki Trajexia- koneohjaimen kokoonpanosta ja siitä millaisille sovelluksille se on tarkoitettu.

Järjestelmän kokoonpano



Kuvio 9: Vaihtoehto1. Ohjausjärjestelmä langansyöttölaitteeseen. Trajexia-liikkeenohjausyksikkö (Omron.fi, 2010)

4.4.2 Vaihtoehto 2

Toinen vaihtoehto olisi ollut edellistä hieman yksinkertaisempi, mutta sisältäisi kuitenkin paljon logiikkaa ja useampia ohjaukseen tarvittavia laitteita. Tämä vaihtoehto sisältää logiikkaohjaimen, joka ohjaa joko analogialla tai pulssilla taajuusmuuttajaa, joka puolestaan sitten ohjaisi sähkömoottoria. Logiikkaohjain ohjaa myös servovahvistinta, joka on liitettyinä servomoottoriin. Vahvistimia ja servomoottoreita voi olla myös useampia. Järjestelmä olisi hyvä ja kustannustehokas ratkaisu langansyöttölaitteelle, mikäli spiraalivastuksia tehtäisiin jatkuvalla syötöllä. Käyttökertoimen pitäisi olla pitkälti yli yhden, jotta tätä vaihtoehtoa kannattaisi harkita. Tässä tilanteessa, kun spiraalivastuksia ei tehdä kaiken aikaa ja sorvia, johon langansyöttölaite on kytköksissä, käytetään muuhunkin työhön, kuten erilaisten

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Modernit tuotantojärjestelmät

teräskappaleiden koneistukseen, ei ole tarvetta tai kustannustehokkuuden kannalta mielekkäyttä tällaisen laitteiston hankkimiseen.



Kuvio 10: Vaihtoehto 2. Ohjausjärjestelmä langansyöttölaitteeseen. CP1 , logiikkapohjainen järjestelmä (Omron .fi2010)

4.4.3 Vaihtoehto 3

Kolmantena ja järkevimpänä vaihtoehtona oli toteuttaa langansyöttölaitteen ohjaus osittain manuaalisesti. Tämä vaihtoehto vaatii vain taajuusmuuttajan ja sen käyttöpaneelin, josta ohjataan sähkömoottoria, sekä mahdollisesti nopeusanturin. Käyttöpaneelista pysytään ohjaamaan teräslankavyyhden pyörimisnopeutta ja näin ollen langansyöttönopeutta. Taajuusmuuttajan avulla myös pyörimissuuntaa voi vaihtaa, ja spiraalintekovaiheen lopussa moottoria täytyykin ajaa taaksepäin, jotta ylimääräinen lanka voidaan kelata takaisin kelalle. Anturin tehtävänä oli tarkkailla langan kulkunopeutta sorvin ja langansyöttölaitteen välillä. Koska lankavyyyhti on noin 100 mm paksu, langan kulkunopeus vaihtelee sen mukaan, tuleeko lankaa vyyhdin ulko- vai sisäreunalta. Tämän vuoksi

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Modernit tuotantojärjestelmät

nopeusanturi tarkkailee langan kulkunopeutta ja on yhteydessä taajuusmuuttajaan, joka puolestaan pystyy nopeuttamaan tai hidastamaan moottorin pyörimisnopeutta ja samalla lankavyyhdin pyörimisnopeutta. Näin saataisiin haluttaessa hieman automatisoitua laitetta. Koska langan spiraalin tekeminen on nopea työvaihe ja siinä tarvitsee joka tapauksessa olla sorvin lähettyvillä, tämä ratkaisu vaikutti kustannustehokkaimmalta ja tämä vastaisi parhaiten työn teettäjän vaatimuksia. Taajuusmuuttajalla saadaan tarvittavat rampit spiraalintekovaiheen alkuun ja loppuun.



Kuvio 11: Invertex Optiport Plus-käyttöpaneeli ja Optidrive IP55- taajuusmuuttaja. (Invertex.co.uk, 2010)

5 Laitteet

Suunnitteluvaiheessa työn teettäjän, Laatupari Oy:n toimitusjohtajan Esko Hiltusen kanssa päädyttiin edellä esiteltyyn kolmanteen vaihtoehtoon. Langansyöttölaitteeseen tulisi Optidrive IP 55 -taajuusmuuttaja, Invertex Optiport Plus -käyttöpaneeli, MKV090 -kierukkavaihte sekä MS90LB -sähkömoottori. Näillä laitehankinnoilla saataisiin hyvin toimiva, kustannustehokas ja vaatimukset täyttävä langansyöttölaite

5.1 Taajuusmuuttaja

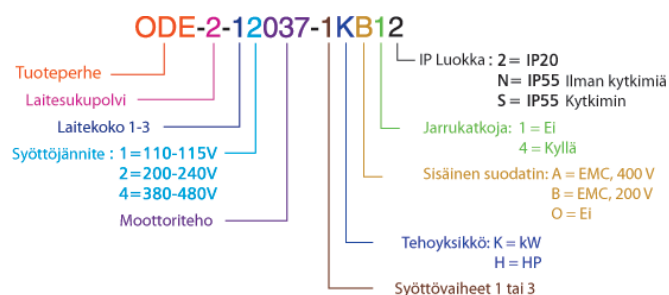
Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikkalaite, jonka avulla muutetaan kahden sähköverkon välistä taajuutta. Oikosulkumoottorin pyörimisnopeus on verrannollinen taajuuteen, joten muuttamalla portaattomasti moottorin taajuutta sen pyörimisnopeus muuttuu vastavasti. Tavallisesti taajuusmuuttaja koostuu **verkkotasasuuntaajasta**, joka muuttaa vaihtosähkön tasajännitteeksi, **välipiiristä**, jonka muodostaa kapasitanssi ja sen tehtävänä on

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

pitää välipiirin DC jännite vakaana, sekä **invertteristä**, joka muuntaa tasajännitteen vaihtosähköksi.

Taajuusmuuttajalla muokataan vaihtosähkösyöttöverkosta, jossa on kiinteä taajuus sekä kiinteä amplitudi, vaihtosähkömoottorille sen haluama syöttötaajuus sekä syöttöjännite. Moottorin syöttötaajuutta ja -jännitettä säätämällä voidaan ohjata moottorin tuottama vääntömomentti sekä moottorin pyörimisnopeus halutuiksi. Myös moottorin pyörimissuuntaa voidaan ohjata taajuusmuuttajan avulla. Moottorin pyörimissuunnan muuttaminen olikin yksi edellytys langansyöttölaitetta suunniteltaessa. Tähän langansyöttölaitteeseen valittiin Optidrive IP55 ODE-2-22220-1KB4 -taajuusmuuttaja. Optidrive ominaisuuksia:

- pienikokoinen
- lujatekoinen jopa +50°C teollisuusympäristön lämpötiloihin
- yksinkertainen mekaaninen ja sähköinen asennus
- yksinkertainen ja helppo käyttö, monipuoliset ominaisuudet
- nopea käyttöönotto, tehdasasetukset soveltuvat useimpiin sovelluksiin, vain 14 perusparametria
- taajuuden, virran ja moottorin pyörintänopeuden näyttö
- mahdollisten vikatilanteiden jäljitys vikatilänäytön ja P-00 avulla
- maksimi ylivirta 150 % 60 sekuntia (175 % 2 sekuntia)
- ohjelmointipaneeli ja painonapit
- sisäinen RFI suodatin optiona (yleensä vakiona)
- sisäinen dynaamisen jarrun ohjauselektroniikka (vain koot 2 ja 3)
- modbus RTU -sarjaväylä.

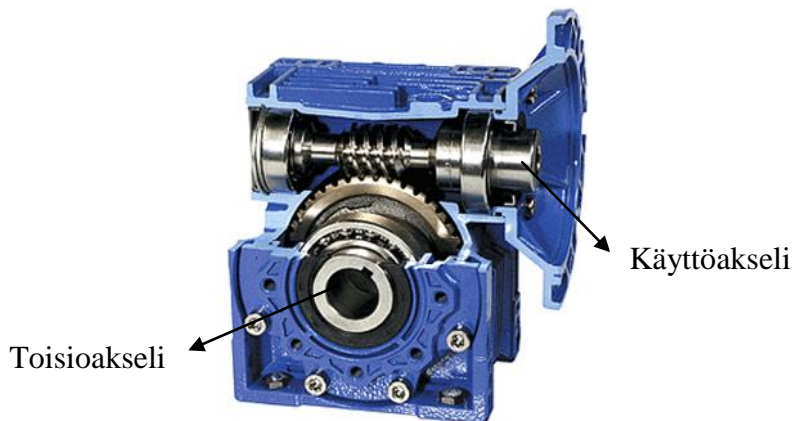


Kuvio 12: Taajuusmuuttajan nimikkeen selitys (Moves Oy, Optidrive E2 -esite 2010)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

5.2 Kierukkavaihde

Kierukkavaihde sisältää käyttö- sekä toisioakselin. Käyttöakselin ja toisioakselin välityssuhde voi olla hyvinkin suuri, minkä vuoksi kierukkavaihde sopii hyvin käyttökohteisiin, joissa käytetään pieniä kierrosalueita. Käyttöakseliin kiinnitetään käyttö, eli sähkömoottori ja toisioakseli puolestaan kiinnitetään lankakerän alustaa pyörittävään akseliin. Kun tiedetään sähkömoottorin maksimikierroksiksi 1500 kierrosta minuutissa, näin 1:60 välityksellä saadaan lankakerä pyörimään kierukkavaihteen avulla noin 25 kierrosta minuutissa. Langansyöttölaitteeseen valittiin Moves Oy:n kierukkavaihde MKV090-060-90B14, jossa 090 kertoo vaihteen koon, 060 välityssuhteen ja 90B14 moottorisovituksen.



Kuvio 13: Kierukkavaihteen poikkileikkauskuva, jossa näkyvät sekä käyttö- että toisioakseli. (Hzpt.com, 2010)

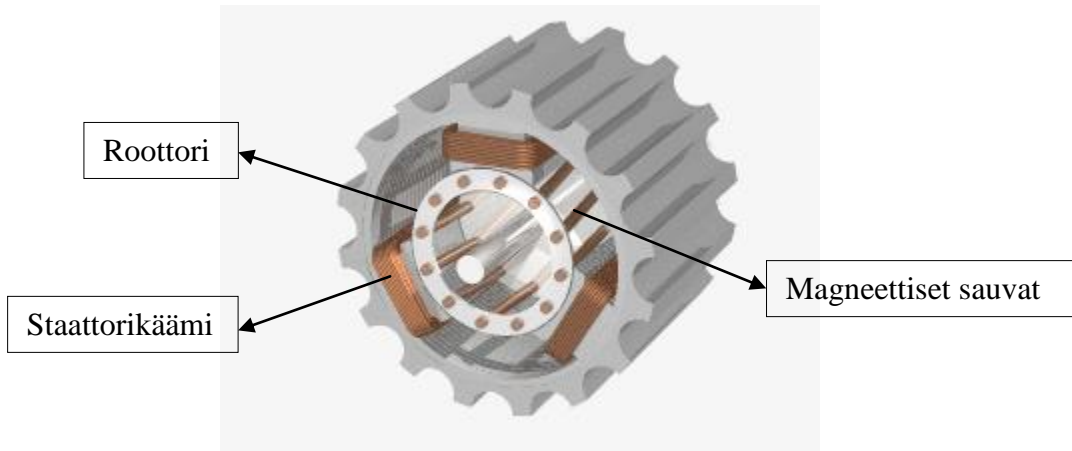
5.3 Sähkömoottori

Sähkömoottori on nimensä mukaan moottori, jonka käyttövoima on sähkö. Moottorin avulla muutetaan sähköenergia mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottoreita käytetään erittäin paljon teollisuudessa niiden hyvän hyötösuhteen ja vähäisten päästöjen vuoksi. Oikosulkumoottori on yksi sähkömoottoreiden moottorirakenteista. Oikosulkumoottori on kiertokenttävaihtosähkömoottori, jossa virta syntyy induktioperiaatteella, minkä takia oikosulkumoottoria kuullaan kutsuttavan myös induktiomoottoriksi.

Staattorikäämitykseen syötetään vaihtosähköä, joka näin luo pyörivän magneettivuon, joka puolestaan leikkaa roottorin oikosuljetun käämityksen sauvoja. Tämän seurauksena roottorisauvoihin induktoituu virtaa, joka magnetoi roottorin. Roottori, joka on nyt

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

magnetoitunut, pyrkii seuraamaan staattorin pyörivää magneettivuota, ja tämä saa aikaan roottorin vääntömomentin.



Kuvio 14: Oikosulkumoottorin poikkileikkaus (wikimedia commons 2010)

Työhön valittiin Moves Oy:n MS90LB-4/2,2KW-1500/90B5, 3-vaiheinen oikosulkumoottori. Moottori on valmistettu kansainvälisen IEC-standardin mukaisesti ja se täyttää kansallisten normien vaatimukset ja noudattaa niitä koskevia EU:n direktiivejä. Moottori on rakenteeltaan täysin suljettu ja se on suojattu haitalliselta pölyltä ja vedeltä. Moottori on pintajäähdytteinen ja varustettu ulkopuolisella jäähdytystuulettimella. Moottori on tarkoitettu kytkettäväksi 3-vaiheverkkoon, ja se voidaan käämiä soveltuvaksi eri jännitteille ja taajuuksille. Vakio kääminjännite on 400 V $\pm 10\%$ / 50Hz, jolloin jänniteleimaus on 220-240 VD / 380-415 VY. Moottorin rakenne on helposti muunneltavissa esim. kytkentäkotelon osalta, jonka paikkaa pystytään vaihtamaan 90° välein, jolloin syöttökaapeleiden tulosuunta voidaan valita optimaaliseksi. Akseli on varustettu DIN 332:n mukaisella kierrereillä ja suljetulla kiilauralla.

Taulukko 2. Moottorin tekniset tiedot (Moves Oy, moottoriluettelo -esite 2009)

1500 rpm (4-napainen)												
Teho P _N [kW]	Tyyppi- merkintä	Tuote- numero	Pyörimis- nopeus n [r/min]	Virta 400V käynn. I _N I _A [A] I _N		Hyöty- suhde η [%]	Teho- kerroin cos φ	Vääntömomentti nimell. käynn. maks. M _N M _A M _K [Nm] M _N M _N			Pituus L mm	Paino IM B3 m kg
0,12	MS56C-4	02A0405C	1320	0,53	6,0	52,0	0,63	0,87	2,2	2,4	195	3,5
0,25	MS63C-4	02A0406C	1350	0,91	6,0	60,0	0,66	1,77	2,2	2,4	219	4,8
0,55	MS71C-4	02A0407C	1380	1,60	6,0	66,0	0,75	3,81	2,2	2,4	255	7,3
1,1	MS80C-4	02A0408C	1390	2,67	6,0	76,2	0,78	7,56	2,2	2,4	289	12,3
2,2	MS90LB-4	02A0409C	1400	4,90	7,0	81,0	0,80	15,0	2,2	2,4	365	18,3
4	MS100LC-4	02A0410C	1430	8,36	7,0	84,2	0,82	26,7	2,2	2,3	386	29
5,5	MS112MB-4	02A0411B	1440	11,2	7,0	85,7	0,83	36,5	2,2	2,2	393	34,8
11	MS132MB-4	02A0413C	1460	20,9	7,5	88,4	0,86	72,0	2,2	2,2	495	64

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

5.4 Anturi

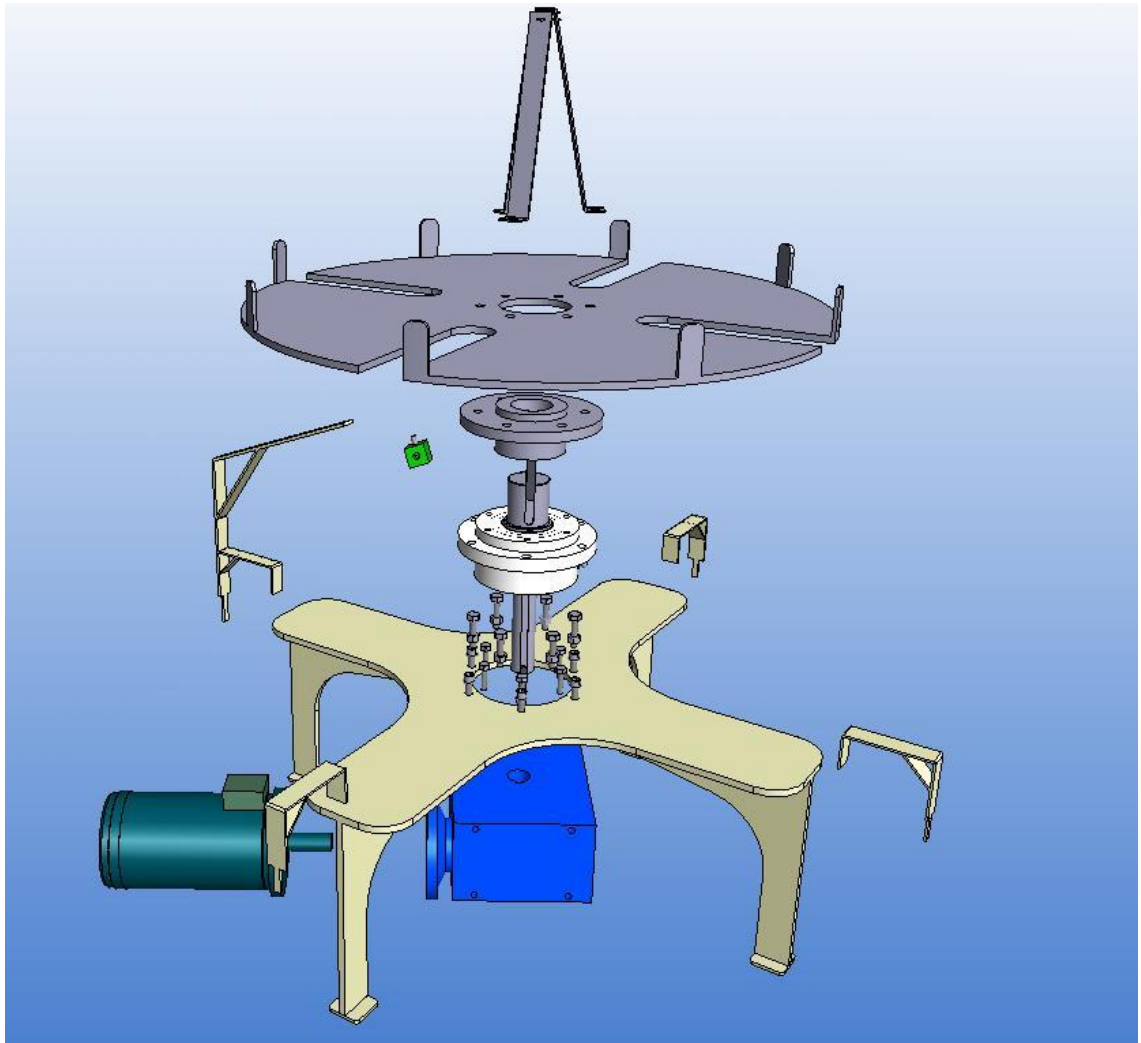
Laitteistoa suunniteltaessa otettiin huomioon myös anturin käyttö. Anturi oli nopeusanturi, jonka tehtävä oli mitata, tarkkailla ja säädellä langan kulkunopeutta langansyöttölaitteen ja sorvin välillä. Anturia ei hankittu eikä asennettu, vaan se jäi ikään kuin optiksi tähän laitteeseen. Työn teettäjän eli Laatupari Oy:n toimitusjohtajan Esko Hiltusen kanssa sovittiin, että mikäli laitteen koekäytön jälkeen todetaan laitteiston vaativan nopeusanturin toimiakseen täydellisesti, niin siinä tapauksessa se hankitaan.

6 Laitteiston kokoonpano

Opinnäytetyön tuloksena syntyneen suunnitelman mukaisesti laitteiston kokoonpano on päätetty toteuttaa Laatupari Oy:n tiloissa ja sen työntekijöiden toimesta. Laitteiston osien valmistus sekä kokoonpano toimivat samalla ammattikoulun oppilaiden harjoitustyönä. Langansyöttölaitteen kokoonpano koostuu neljästä perusvaiheesta. Kokoonpanon ensimmäinen vaihe on jalustan kokoaminen. Tässä vaiheessa ammattikoulun tiloissa olevalla plasmaleikkurilla leikatut osat, eli jalustan jalat ja jalustan kansi, kiinnitetään toisiinsa hitsaamalla (LIITE 8 hitsauskuva). Seuraava eli toinen vaihe on akselipaketin kiinnittäminen, joka oli koottu laakeroinnin osista jo aikaisemmin yhtenäiseksi akselipaketiksi. Tämän jälkeen valmis akselipaketti kiinnitetään jalustaan ruuvikiinnityksellä. Kolmannessa vaiheessa laitteiston osat eli kierukkavaihde, sähkömoottori ja taajuusmuuttaja asennetaan kiinni niille kuuluville paikoille. Taajuusmuuttaja kiinnitetään aiemman suunnittelun mukaan jalustan jalkaan porattuihin reikiin ruuveilla. Tästä taajuusmuuttajaa on helppo ohjelmoida ja johdotukset on helppo asentaa. Kierukkavaihde tulee kiinni akselin alapäähän kiilaliitoksella. Sähkömoottori puolestaan kiinnitetään kierukkavaihteen kiinnityslaippaan ruuveilla, ja lisäksi kierukkavaihdetta kannattelee muutama tukirauta, jotka ovat kiinnitettyinä jalustaan. Tukiraudat eivät näy kuvissa, sillä ne asennetaan vasta moottorin asennuksen yhteydessä paikalleen, jotta niistä saadaan oikean mittaiset ja muotoiset. Laitteistoasennuksia seuraa viimeinen asennus. Se on lautasen, jonka päällä teräslankakerä pyörii, ja lautasen kiinnityslaipan asennus. Kiinnityslaippa tulee kiilaliitoksella akselin yläpäähän kiinni ja lautanen puolestaan kiinnitetään kuusioruuveilla kiinnityslaippaan. Lopuksi langansyöttölaitteeseen tehdään vielä pieniä asennuksia, pääasiassa hitsaamalla. Jalustaan hitsataan nostokoukut, jotta langansyöttölaitetta voidaan tarpeen vaatiessa siirtää hallissa puominosturin avulla. Myös langanohjaustuki, jonka tehtävä on ohjata teräslankaa syöttölaitteelta sorville, se-

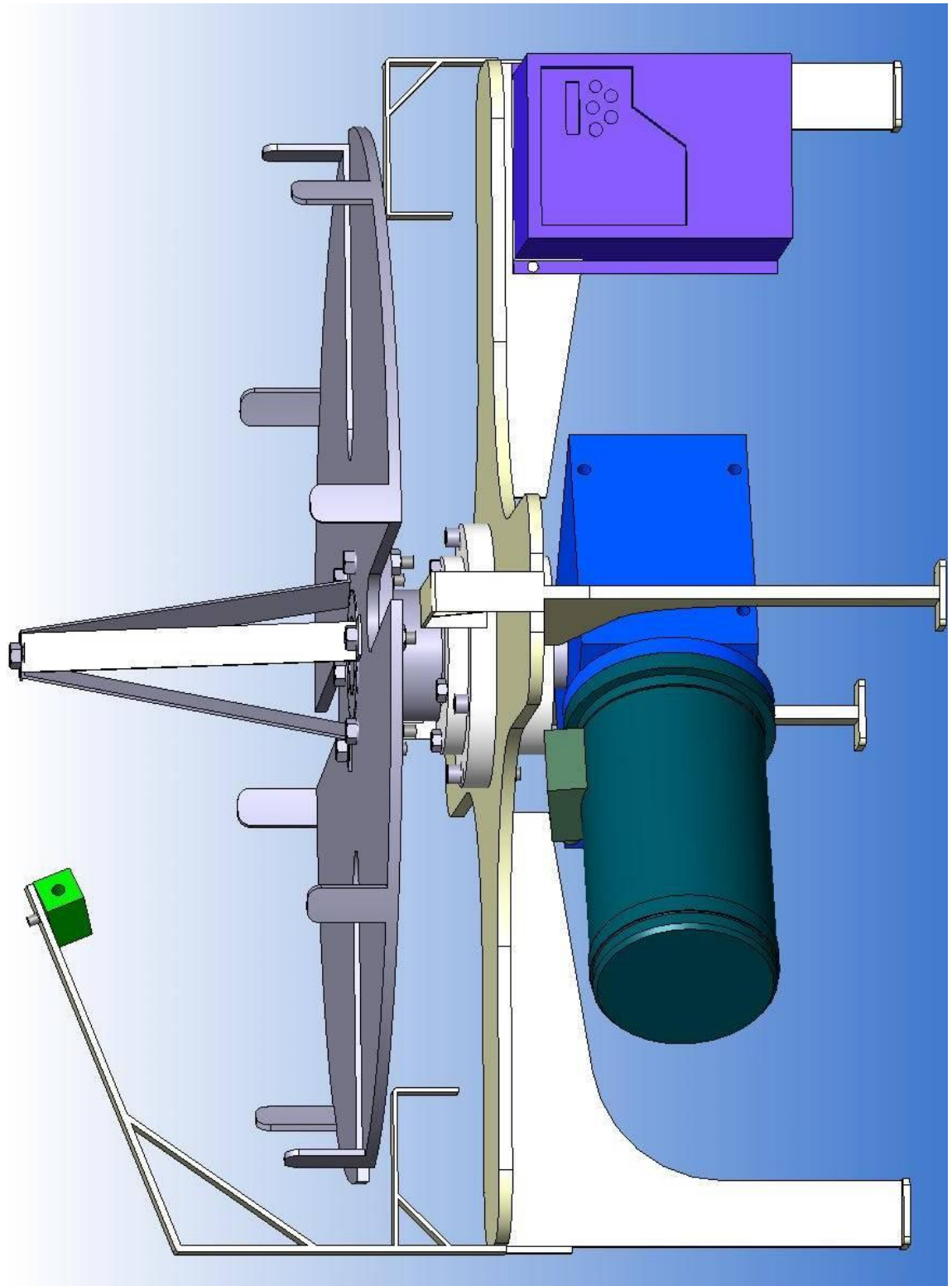
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

kä lautasen reunoilla olevat pienet lattaraudan palaset, jotka estävät lankavyyhden purkautumisen, liitetään hitsaamalla. Tukirautaan on integroituna yksi nostokoukuista.



Kuvio 15: Räjätyskuva valmiista kokoonpanosta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät



Kuvio 16: Lopullinen valmis tuote

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä suunniteltiin vanhan spiraalivastusten tekoon tarvittavan langansyöttölaitteen tilalle uusi laite, jonka käyttövoima tulisi sähkömoottorilta ja jota ohjattaisiin taajuusmuuttajan avulla. Aluksi selvitettiin suunnittelun lähtötilanne. Sen jälkeen kuvattiin suunnittelun etenemistä ja esiteltiin sekä perusteltiin, millaisiin ratkaisuihin suunnittelussa on päädytty. Seuraavaksi pohdittiin laitteistovaihtoehtoja ja selvitettiin laitteiden ja laitteistojen ominaisuuksia. Lopuksi esiteltiin laitteiston kokoonpano ja valmis langansyöttölaite, jossa laitteet (kierukkavaihde, sähkömoottori ja taajuusmuuttaja) on sijoitettu niille kuuluville paikoilleen.

Tämä työn pohjalta on aloitettu osien valmistaminen ja laitteiston hankinta. Sähköistys on tarkoituksella jätetty tehtäväksi mekaanisen kokoonpanon jälkeen. Muilta osin langansyöttölaite on täysin toteuttamiskelpoinen ja toimiva.

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Lähteet

Kirjalliset lähteet

Bonfiglioli Riduttori. Vaihteiden valintaopas. SKS-mekaniikka Oy

Motovario S.p.A.1997. Vaihdemoottorin valintaopas. Golinelli Industrie Grafiche
SpA, Italia

Omron 2008. Industrial Automation -opas 2008. Realizing

Otava 2003. Maol taulukot. Otavan Kirjapaino Oy. Keuruu,
Sivut 111 ja 113

SKF 1991. Laakerikirja. Stamperia Artistica Nazionale, Italia

SKF 1994. SKF laakerien kunnossapito. Linde Information AB, Ruotsi

Sumitomo Cyclo Europe & SKS-mekaniikka Oy 2001. Vaihdemoottorit ja tark-
kuusvaihteet. Rakennuspaino Oy

Tammertekniikka 2002. Tekniikan kaavasto. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä,
Sivut 92 ja 93

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Sähköiset lähteet

Google 2010. Kuvahaku: electric motor [www-sivu]. [viitattu 5.2.2010]

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/3phase-electric-motor-1.18.png>

Invertek 2010. [www-sivu]. [viitattu 14.2.2010]

www.invertek.co.uk

Hcpt 2009 [www-sivu]. [viitattu 24.1.2010]

www.hcpt.com

Laatupari Oy 2005. [www-sivu]. [viitattu 20.12.2009].

<http://www.laatupari.fi/>

Moves Oy 2009. Invertek drives, taajuusmuuttaja katalogi [www-sivu]. [viitattu 12.2.2010]

http://moves.fi/web_documents/ip55_ip66_catologue_en.pdf

Moves Oy 2009. kierukkavaihdeluettelo [www-sivu]. [viitattu 13.2.2010]

http://www.moves.fi/web_documents/moves_kv-luettelo_web.pdf

Moves Oy 2009. moottoriluettelo [www-sivu]. [viitattu 20.2.2010]

http://moves.fi/web_documents/moves-moottoriluettelo_web.pdf

Omron. [www-sivu]. Trajexia-liikkeenohjausyksikkö -esite [viitattu 14.1.2010]

I53E-FI-01+Trajexia+Datasheet.pdf, sivu 1

Omron. [www-sivu]. Scalable machine automation -esite [viitattu

14.1.2010]CD_FI-01+SMA+Brochure.pdf, sivu 5

Technical drawing of a mechanical shaft assembly. The drawing includes a side view with dimensions: total length 302, section lengths 65, 212, 170, 140, and 135. It shows a shaft with a central hole of diameter 60, a shoulder with diameter 70, and a bearing surface with diameter 50. The shaft is made of 14 KM 12 steel. The drawing also includes a cross-section of the bearing surface showing a 10mm outer diameter, 8mm inner diameter, and 2.5mm thickness. A 1X45 degree chamfer is indicated at the top and bottom of the shaft. A 3D perspective view of the shaft is shown on the right. The drawing is labeled "Laakeripinta 28mm" and "Viiiste 1X45°".

[illegible]

Merkki	Muoto	Pum	Muut.	Hyt
--------	-------	-----	-------	-----

Laakeripesä

Laakeripinta
110K6±0.0/0.02

B-B
1:2.5
110±0.01
0.00

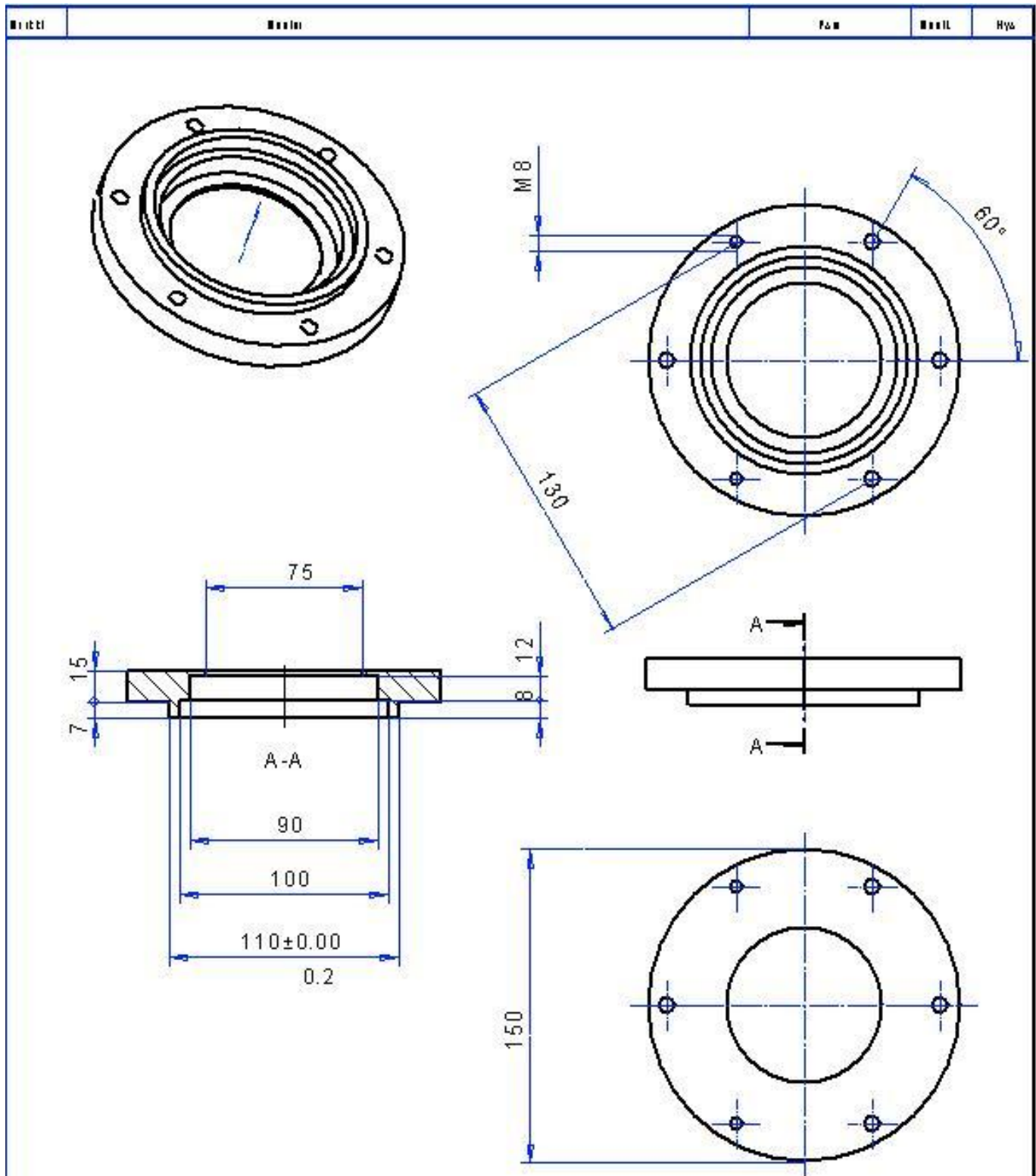
A-A
100
110

Ø150
Ø200

180
130
60°
0.09
M8X25
12

65
55
20
8
2
M6

Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osaen tilikokoonpanoryhman koodi	Standardi tilikokoonpano	Muoto, malli Laakeri	Materiaali	Käyttö
Välitoleranssi		Mittakaava	Tuote	Tuomas Juutilainen		
Materiaali		1:5 (1:2.5)	Liity	0501823		
Suunn.	Tiiv.	kg	Projekti	Eni.		
Tark.				Uusi		
Hyt.				Laakeripesä		



Id	Yhteyshenkilön nimi	Yhteyshenkilön tehtävä	Standardi	Maailmanlaajuinen	Maailmanlaajuinen	Maailmanlaajuinen	Maailmanlaajuinen
Yhteyshenkilö	Maailmanlaajuinen	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö
Maailmanlaajuinen	125	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö
Maailmanlaajuinen	10.12.2000 T.Ju	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö
Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö
Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö	Yhteyshenkilö

0501823
Thomas Junttila

Est. Unit

Laakerin_kansi

Merkki		Muu lis		Pum		Muu lis		Hyu	
--------	--	---------	--	-----	--	---------	--	-----	--

Technical drawing of a circular part with dimensions: outer diameter Ø800, inner diameter 100±0.5, radial thickness 12, fillet radius R30, and a 60° angle. A detail view shows a cross-section with a 10mm width.

Osa	Piirustusnumero Toukokuu	Otan aikokoonpanoyhmän kuukaus	Standardi aluerikio	Muok, malli Laitmerkki	Maad	Laaio	Kpi
Yleisiohje		Mitakaava	Tuomas Juutilainen		0501823		
Massa		kg	Liiyy		Uusi		
Suunn		15.12.2009 Tj	Projekti		En L.		
Tark.					Kiekkoko800		
Hyu.							

Merkki		Muu ko.		Pum.		Muut.		Hyv.	
--------	--	---------	--	------	--	-------	--	------	--

Technical drawing of a bracket. The main view shows a bracket with a horizontal base of 300, a vertical stem of 350, and a curved top with a radius of R100. The curved top has a horizontal projection of 300 and a vertical projection of 35. A side view shows a cross-section with a width of 10 and a height of 220. A detail view shows a cross-section with a width of 50 and a height of 35.

Osa	Piirustusnumero Toukokuu 2001	Osa- tai kokonpanoryhmän kuvitus	Standardi laatu	Muoto, malli laatu	Määrä	Laatu	Kpl
Yhteiskokoonpano		Mittakaava		Tuote	Tuomas Juutilainen		
Materiaali		1:5		Luokka	0501823		
Suunn.	2001.10 T.J.			Projekti			
Tark.				Enl.			
Hyv.				Uusi			
jalustan_jalka							

Merkki		Muuks		Pum		Muuks		Hyu	
--------	--	-------	--	-----	--	-------	--	-----	--

900

160

12

10

R150

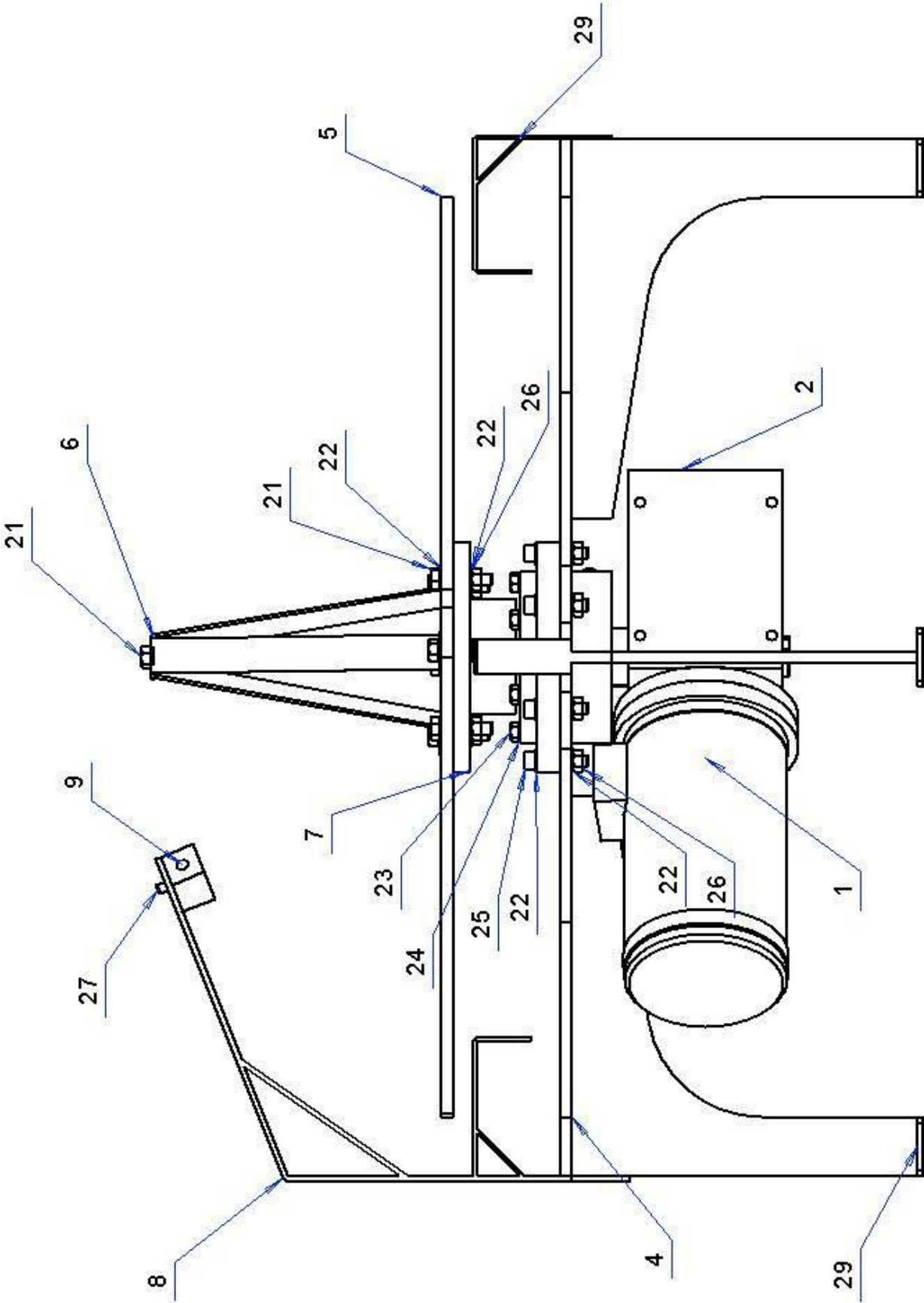
R50

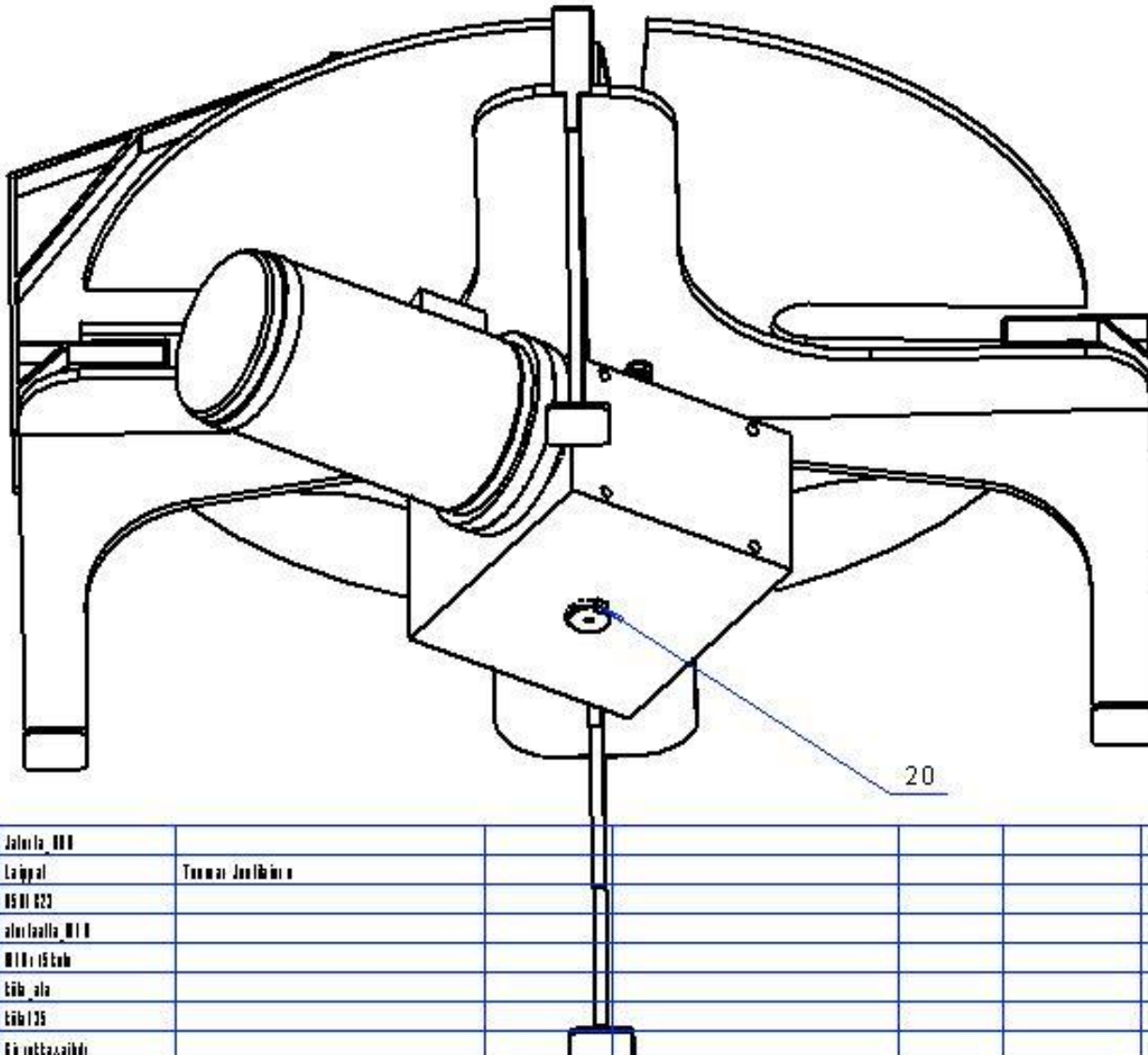
152

60°

180

Ota	Pitua muumro Tauramnuu	Otan bil koopanorjman kuuau	Standardi bil lue lile	Muo k, malli Lajimrki	Mada	Laalu	Kpi
Yla kleramill		Milekaaa	Tuoma Juutlaianen				
Maka		1:10	0501823				
Suunn		2001.10 TJa	En L				
Taik			Uui				
Hyu			Jalustan_kansi				



Nimi		Materiaali		Pää		Määrä	Hys
							
1	Jalusta_000						1
2	Laippa	Thomas Junttila					1
3	Ø50x125						1
4	alustaalla_M10						21
5	M10 x 150mm						8
6	tiiv. ala						1
7	tiiv.125						1
8	tiiv. 25						1
9	tiiv. 25						1
10	tiiv. 25						1
11	tiiv. 25						1
12	tiiv. 25						1
13	tiiv. 25						1
14	tiiv. 25						1
15	tiiv. 25						1
16	tiiv. 25						1
17	tiiv. 25						1
18	tiiv. 25						1
19	tiiv. 25						1
20	tiiv. 25						1
21	tiiv. 25						1
22	tiiv. 25						1
23	tiiv. 25						1
24	tiiv. 25						1
25	tiiv. 25						1
26	tiiv. 25						1
27	tiiv. 25						1
28	tiiv. 25						1
29	tiiv. 25						1
30	tiiv. 25						1
31	tiiv. 25						1
32	tiiv. 25						1
33	tiiv. 25						1
34	tiiv. 25						1
35	tiiv. 25						1
36	tiiv. 25						1
37	tiiv. 25						1
38	tiiv. 25						1
39	tiiv. 25						1
40	tiiv. 25						1
41	tiiv. 25						1
42	tiiv. 25						1
43	tiiv. 25						1
44	tiiv. 25						1
45	tiiv. 25						1
46	tiiv. 25						1
47	tiiv. 25						1
48	tiiv. 25						1
49	tiiv. 25						1
50	tiiv. 25						1
51	tiiv. 25						1
52	tiiv. 25						1
53	tiiv. 25						1
54	tiiv. 25						1
55	tiiv. 25						1
56	tiiv. 25						1
57	tiiv. 25						1
58	tiiv. 25						1
59	tiiv. 25						1
60	tiiv. 25						1
61	tiiv. 25						1
62	tiiv. 25						1
63	tiiv. 25						1
64	tiiv. 25						1
65	tiiv. 25						1
66	tiiv. 25						1
67	tiiv. 25						1
68	tiiv. 25						1
69	tiiv. 25						1
70	tiiv. 25						1
71	tiiv. 25						1
72	tiiv. 25						1
73	tiiv. 25						1
74	tiiv. 25						1
75	tiiv. 25						1
76	tiiv. 25						1
77	tiiv. 25						1
78	tiiv. 25						1
79	tiiv. 25						1
80	tiiv. 25						1
81	tiiv. 25						1
82	tiiv. 25						1
83	tiiv. 25						1
84	tiiv. 25						1
85	tiiv. 25						1
86	tiiv. 25						1
87	tiiv. 25						1
88	tiiv. 25						1
89	tiiv. 25						1
90	tiiv. 25						1
91	tiiv. 25						1
92	tiiv. 25						1
93	tiiv. 25						1
94	tiiv. 25						1
95	tiiv. 25						1
96	tiiv. 25						1
97	tiiv. 25						1
98	tiiv. 25						1
99	tiiv. 25						1
100	tiiv. 25						1
101	tiiv. 25						1
102	tiiv. 25						1
103	tiiv. 25						1
104	tiiv. 25						1
105	tiiv. 25						1
106	tiiv. 25						1
107	tiiv. 25						1
108	tiiv. 25						1
109	tiiv. 25						1
110	tiiv. 25						1
111	tiiv. 25						1
112	tiiv. 25						1
113	tiiv. 25						1
114	tiiv. 25						1
115	tiiv. 25						1
116	tiiv. 25						1
117	tiiv. 25						1
118	tiiv. 25						1
119	tiiv. 25						1
120	tiiv. 25						1
121	tiiv. 25						1
122	tiiv. 25						1
123	tiiv. 25						1
124	tiiv. 25						1
125	tiiv. 25						1
126	tiiv. 25						1
127	tiiv. 25						1
128	tiiv. 25						1
129	tiiv. 25						1
130	tiiv. 25						1
131	tiiv. 25						1
132	tiiv. 25						1
133	tiiv. 25						1
134	tiiv. 25						1
135	tiiv. 25						1
136	tiiv. 25						1
137	tiiv. 25						1
138	tiiv. 25						1
139	tiiv. 25						1
140	tiiv. 25						1
141	tiiv. 25						1
142	tiiv. 25						1
143	tiiv. 25						1
144	tiiv. 25						1
145	tiiv. 25						1
146	tiiv. 25						1
147	tiiv. 25						1
148	tiiv. 25						1
149	tiiv. 25						1
150	tiiv. 25						1
151	tiiv. 25						1
152	tiiv. 25						1
153	tiiv. 25						1
154	tiiv. 25						1
155	tiiv. 25						1
156	tiiv. 25						1
157	tiiv. 25						1
158	tiiv. 25						1
159	tiiv. 25						1
160	tiiv. 25						1
161	tiiv. 25						1
162	tiiv. 25						1
163	tiiv. 25						1
164	tiiv. 25						1
165	tiiv. 25						1
166	tiiv. 25						1
167	tiiv. 25						1
168	tiiv. 25						1
169	tiiv. 25						1
170	tiiv. 25						1
171	tiiv. 25						1
172	tiiv. 25						1
173	tiiv. 25						1
174	tiiv. 25						1
175	tiiv. 25						1
176	tiiv. 25						1
177	tiiv. 25						1
178	tiiv. 25						1
179	tiiv. 25						1
180	tiiv. 25						1
181	tiiv. 25						1
182	tiiv. 25						1
183	tiiv. 25						1
184	tiiv. 25						1
185	tiiv. 25						1
186	tiiv. 25						1
187	tiiv. 25						1
188	tiiv. 25						1
189	tiiv. 25						1
190	tiiv. 25						1
191	tiiv. 25						1
192	tiiv. 25						1
193	tiiv. 25						1
194	tiiv. 25						1
195	tiiv. 25						1
196	tiiv. 25						1
197	tiiv. 25						1
198	tiiv. 25						1
199	tiiv. 25						1
200	tiiv. 25						1
201	tiiv. 25						1
202	tiiv. 25						1
203	tiiv. 25						1
204	tiiv. 25						1
205	tiiv. 25						1
206	tiiv. 25						1
207	tiiv. 25						1
208	tiiv. 25						1
209	tiiv. 25						

OSALUETTELO			
Osanumero	Osa/nimike	Lisätiedot	Kappalemäärä
1	Sähkömoottori	MS90LB-4/2,2KW-1500/90B5 sähkömoottori	1
2	Kierukkavaihte	MKV090-060-90B14 kierukkavaihte (n2=23,3 rpm, M2=613 Nm)	1
3	Taajuusmuuttaja	ODE-2-22220-1KB4 taajuusmuuttaja JP55, 230 V-1vaiheinen, mukana erillinen paneeli + kaapeli	1
4	Runko	Koottu levyosista (jalustan kansi ja jalustan jalat 4kpl)	1
5	Kiekko	D800	1
6	Tukirauta		3
7	Kiekon kiinnityslaippa		1
8	Langanohjausrauta		1
9	Langanohjauspala	Muovinen, irroitettava	1
10	Käyttöakseli	L302	1
11	Akselimutteri KM12	Akselimutteri KM12 (M60X2) 80/60X11	1
12	Varmistinlaatta	MB12	1
13	Laakeripesä		1
14	Laakeripesän kansi		1
15	Laakeri	Pallomainen rullalaakeri 22212E Ø110/60X28	1
16	Akselitiiviste	(Yläpää) 90/70X12	1
17	Akselitiiviste	(Alapää) 65/50X8	1
18	Rasvanippa	M6	1
19	Kiila	(Yläpää) 12X8 L=60	1
20	Kiila	(Alapää) 10X6 L=135	1
21	Kuusioruuvi	M10X45	6
22	Aluslaatta	M10	24
23	Kuusioruuvi	M8X35	6
24	Aluslaatta	M8	12
25	Kuusiokoloruuvi	M10X45	6
26	Mutteri	M10	1
27	Kuusiokoloruuvi	M8X20	1
28	Nostokoukku		3
29	Tassu		4